

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

2/5/1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2002 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

011881933

WPI Acc No: 1998-298843/ 199827

XRAM Acc No: C98-093248

XRPX Acc No: N98-233760

Impregnating components, especially electrical windings - comprises  
impregnating with monomer-free non-radically-polymerising resin mixture  
and curing with a combination of heat and high-energy radiation

Patent Assignee: BECK & CO AG (BECC )

Inventor: BLUM R; EICHHORST M; HEGEMANN G; LIENERT K W; LIENERT K

Number of Countries: 021 Number of Patents: 003

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 19648133	A1	19980528	DE 1048133	A	19961121	199827 B
WO 9822961	A1	19980528	WO 97EP6324	A	19971113	199827
EP 939962	A1	19990908	EP 97951184	A	19971113	199941
			WO 97EP6324	A	19971113	

Priority Applications (No Type Date): DE 1048133 A 19961121

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	--------	----------	--------------

DE 19648133	A1	5	B05D-003/06	
-------------	----	---	-------------	--

WO 9822961	A1 G		H01F-041/12	
------------	------	--	-------------	--

Designated States (National): BR CA JP US

Designated States (Regional): AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC

NL PT SE

EP 939962	A1 G	H01F-041/12	Based on patent WO 9822961
-----------	------	-------------	----------------------------

Designated States (Regional): DE ES FR GB

Abstract (Basic): DE 19648133 A

A process for impregnating components with monomer-free non-radically polymerising impregnating agents (I) which are liquid at room temperature or liquefied by heating, and hardened by the combined action of heat and high-energy radiation. The process comprises impregnating the components at ambient temperature or in a heated state, or heating the components during impregnation, and then curing the polymer by irradiation before, simultaneously with or after thermal hardening.

USE - For impregnating electrical/electronic components such as motor windings and transformer windings, etc..

ADVANTAGE - Overcomes the disadvantages of prior-anti-impregnation processes, i.e. harmful emissions of volatile monomers and low and/or uneven levels of impregnation due to run-off in the case of low viscosity mixtures. This process can also be carried out with existing or only slightly modified equipment and plant.

Dwg.0/0

Title Terms: IMPREGNATE; COMPONENT; ELECTRIC; WIND; COMPRISE; IMPREGNATE;  
MONOMER; FREE; NON; RADICAL; POLYMERISE; RESIN; MIXTURE; CURE;  
COMBINATION; HEAT; HIGH; ENERGY; RADIATE

Derwent Class: A32; A85; P42; V02; V06; X11; X12

International Patent Class (Main): B05D-003/06; H01F-041/12

International Patent Class (Additional): B05D-001/18; B05D-007/26;

B29C-035/08; C08J-003/24; C08J-003/28; C08L-063/00; H02K-015/12

File Segment: CPI; EPI; EngPI



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①⑫ **Offenlegungsschrift**  
①⑩ **DE 196 48 133 A 1**

②① Aktenzeichen: 196 48 133.3  
②② Anmeldetag: 21. 11. 96  
④③ Offenlegungstag: 28. 5. 98

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 05 D 3/06**  
B 05 D 1/18  
B 05 D 7/26  
H 02 K 15/12  
B 29 C 35/08  
H 01 F 41/12  
C 08 J 3/24  
C 08 L 63/00  
C 08 J 3/28  
// C08L 45/00, C08K  
5/14, 5/08, 5/23,  
5/53 13, 5/13, 5/06

DE 196 48 133 A 1

≡ PAT 96699

⑦① Anmelder:  
Dr. Beck & Co AG, 20539 Hamburg, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Münch, V., Dr., Pat.-Ass., 48165 Münster

⑦② Erfinder:  
Lienert, Klaus Wilhelm, Dr., 22763 Hamburg, DE;  
Hegemann, Günter, Dr., 22301 Hamburg, DE; Blum,  
Rainer, 67069 Ludwigshafen, DE; Eichhorst,  
Manfred, 22113 Oststeinbek, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑤④ Verfahren zur Tränkung von Bauteilen
- ⑤⑦ Die Erfindung umfaßt ein Verfahren zur Tränkung von Bauteilen mit monomerenfreien nicht radikalisch polymerisierenden Tränkmitteln, die bei Raumtemperatur flüssig sind oder durch Erwärmen verflüssigt werden können und durch eine kombinierte Anwendung von Wärme und energiereicher Strahlung härtbar sind, wobei die Bauteile bei Umgebungstemperatur oder in erwärmtem Zustand getränkt oder beim Tränken erwärmt werden und vor, gleichzeitig mit oder nach einer thermischen Härtung mit energiereicher Strahlung behandelt werden.

DE 196 48 133 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Tränkung von Bauteilen mit monomerenfreien nicht radikalisch polymerisierenden Tränkmitteln, die bei Raumtemperatur flüssig sind oder durch Erwärmen verflüssigt werden können und die durch eine kombinierte Anwendung von Wärme und energiereicher Strahlung härtbar sind.

Verfahren zur Tränkung von Bauteilen mit polymerisierbaren Tränkmitteln, die durch Wärme und/oder durch energiereiche Strahlung härtbar sind, sind bekannt.

DE-A-40 22 235 und DD-A-2 95 056 schlagen vor, übliche Tränkmittel mit hohem Anteil an Monomeren wie Styrol zu verwenden und nach der Tränkung zunächst mit UV-Strahlen die Oberflächen zu härten und dann durch Wärme zu fuhr das Innere der Bauteile zu härten. Diese Verfahren reduzieren zwar die Abdampfverluste, die aber durch die hohen Anteile flüchtiger, nicht polymerisierter Monomeren im Innern der Bauteile noch immer relativ hoch sind. Wege, die ungleichmäßige Tränkmittelverteilung im Bauteil zu beeinflussen, werden in diesen Schriften nicht erwähnt.

EP-A-0 643 467 schlägt vor, übliche Tränkmittel mit hohem Anteil an Monomeren wie Styrol zu verwenden und zur Verbesserung der Tränkmittelverteilung im Bauteil schon während der Tränkung über Spulenheizung eine Vorgelierung und Fixierung des Tränkmittels und eine thermische Härtung zu erhalten. Gleichzeitig mit der thermischen Härtung des Tränkmittels auf den Wicklungen oder aber nach dessen thermischer Härtung auf den Wicklungen sollen solche Stellen der Bauteile, die durch die Wicklungsheizung nicht erreicht wurden, mit energiereicher Strahlung, bevorzugt UV-Strahlung, gehärtet werden. Ein Nachteil dieses Verfahrens liegt darin, daß durch die Heizung über die Wicklungen thermisch nur eine Teilhärtung durchgeführt wird und die Aushärtung danach mit Strahlen erfolgt. Da alle bekannten Bauteile Stellen aufweisen, die bei einer thermischen Teilhärtung nicht erreicht werden und bei einer Nachhärtung mit Strahlen im abgeschatteten Bereich liegen, weisen Bauteile, die nach EP-A-0 643 467 behandelt wurden, immer Bereiche auf, an denen das Tränkmittel nur unzureichend gehärtet ist. Aus diesen Bereichen kommt es dann zu unerwünschten Emissionen und das Tränkmittel kann dort seine Funktionen nur unzureichend erfüllen.

Eine ebenfalls nach EP-A-0 643 467 vorgeschlagene Vorgehensweise, nach der thermischen Härtung mit energiereichen Strahlen zu härten, erscheint technisch wenig sinnvoll, da eine solche Härtung nach einer thermischen Durchhärtung der im ersten Schritt der Teilhärtung nicht erreichten Stellen des Bauteils, unabhängig davon, ob sie durch eine ausreichend lange Stromheizung der Wicklung oder durch sonstige Aufbringung von Wärme erfolgte, keine erkennbaren Vorteile bringt. Desweiteren enthält EP-A-0 643 467 keine Lehre zur Anwendung des Verfahrens bei den allgemein beanspruchten Techniken zur Tränkung. So ist eine Vorgelierung durch Beheizung der Wicklungen während der Tränkung nicht sinnvoll, weil die Füllung der Hohlräume undefinierbar erfolgt. Eine Vorheizung der Wicklungen zur Erniedrigung der Viskosität des Tränkmittels und damit zur Beschleunigung der Befüllung des Bauteils mit Tränkmittel ist bekannter Stand der Technik, z. B. bei den verschiedenen Tauch- und Flutverfahren, bei denen die Bauteile erwärmt werden, um eine Viskositätserniedrigung und somit bessere und schnellere Befüllung zu erreichen. Ein Erwärmen bis zur Gelierung während der Tränkung bewirkt das Gegenteil, nämlich eine gelierungsbedingte undefinierte Füllung der Hohlräume.

Der Vorgang einer Gelierung während der Tränkung ist nur bei absoluter Konstanz der Tränkmittelleigenschaften und aller Verfahrensparameter vorstellbar, bleibt aber immer sehr störanfällig. Schon bei geringen Abweichungen können auch Innenbereiche der Wicklungen durch vorgeliertes Tränkmittel abgeschirmt werden und dadurch unbefüllt bleiben. Die in EP-A-0 643 467 vorgeschlagene Wicklungsvorheizung, beispielsweise auf 180°C, führt schon beim Eintauchen zu undefinierten Gelierungen auf der heißen Wicklung und starker Ungleichverteilung des Tränkmittels im Bauteil. Eine geringere Vorwärmung reduziert zwar die Tränkmitteltemperatur in unmittelbarer Nähe der Wicklung und erleichtert dadurch den Tränkvorgang. Sobald jedoch die Vorwärmtemperatur soweit erhöht wird, daß beim Tränken Gelierung erreicht wird, kommt es auch hier zur Ungleichverteilung des Tränkmittels.

Die polymeren Bestandteile bekannter Tränk-, Verguß- und Überzugsmassen für elektrotechnische Bauteile, wie beispielsweise Motorwicklungen oder Transformatorwicklungen, sind vorzugsweise ungesättigte Polyester, die in vinyllisch ungesättigten Verbindungen, wie Styrol, Vinyltoluol, Allylphthalat und monomeren oder oligomeren Acryl- oder Vinylestern gelöst sind, welche radikalisch (co)polymerisiert werden.

Unter Tränk-, Verguß- und Überzugsmassen werden im allgemeinen Harzmassen verstanden, die in der Elektrotechnik zur Tränkung von Wicklungen angewendet werden, wobei die allgemein bekannten Verfahren, wie beispielsweise die Tauchtränkung, die Träufeltechnik, das Tauchrollieren und das Überfluten, zur Anwendung kommen, wobei diese Verfahren gegebenenfalls durch Anwendung von Vakuum und/oder Druck unterstützt werden.

Nachteile dieser Verfahren nach dem Stand der Technik ergeben sich aus den ungesättigten Monomeren, die für eine schnelle und vollständige Aushärtung der Massen zwingend notwendig sind. Solche Stoffe sind z. B. monomere oder niedermolekular oligomerisierte Acrylate, Allylphthalat, Styrol,  $\alpha$ -Methylstyrol und Vinyltoluol. Diese Stoffe sind gesundheitsschädlich und hautreizend. Bei bekannten Anwendungen von Tränkmitteln mit diesen Stoffen treten Abdampfverluste von 20 bis 30 Gew.-% auf. Solche erheblichen Mengen an verdunsteten Tränkmittelbestandteilen müssen von der Arbeitsstelle entfernt werden, um Gesundheitsgefahren für die Beschäftigten zu vermeiden. Die abgesaugten Verdunstungsmengen werden in der Regel in Abluftverbrennungen entsorgt, wobei unerwünschte Emissionen entstehen. Die verbrannten Tränkmittelbestandteile stellen auch unter wirtschaftlichen Aspekten erhebliche Verluste dar.

Weitere Probleme ergeben sich bei der Einstellung des optimalen Grades der Ausfüllung der im Bauteil insgesamt vorhandenen Hohlräume. In der Regel ist aus physikalischen Gründen ein möglichst hoher Füllgrad erwünscht, aus Kostengründen ist aber oft ein technisch gerade noch ausreichender Füllgrad erwünscht.

Bei niedrigviskosen Stoffen besteht die Gefahr, daß die Tränkmittel zu einem undefinierten Teil vor der Härtung aus den Bauteilen auslaufen oder sich sehr ungleichmäßige Tränkmittelverteilungen im Bauteil einstellen. Nach den bekannten Verfahren war es bisher nicht möglich, hohe Füllgrade, beispielsweise über 90%, zu verwirklichen.

Das erfindungsgemäße Verfahren löst die oben genannten Probleme durch Verwendung von monomerenfreien nach einem nicht radikalischen Prozeß polymerisierenden Tränkharnen, beispielsweise auf Basis von dicyclopentadienmodifizierten Harzen, wie sie beispielsweise in der noch nicht veröffentlichten deutschen Patentanmeldung P 1 95 42 564.2 offenbart sind. Bevorzugt wird das erfindungsgemäße Verfahren in Verbindung mit einem Verfahren angewandt, bei dem

eine Teilgelierung bzw. Teilhärtung der getränkten Bauteile schon im Tränkmittel erfolgt, nachfolgend die nicht gelierten Tränkmittelanteile ablaufen lassen werden, diese abgelaufenen Tränkmittel, gegebenenfalls nach Kühlung, in den Tränkmittelvorrat rückgeführt werden und anschließend mit Wärme und energiereicher Strahlung ausgehärtet werden.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es erstmals möglich, praktisch an jeder Stelle der Bauteile eine weitgehend gleichmäßige Tränkmittelfüllung in beliebigem Füllgrad einzustellen. Die Emission flüchtiger Tränkmittelbestandteile wird solchermassen vermindert, daß praktisch keine Maßnahmen zur Arbeits- und Abluftbehandlung mehr erforderlich sind. Die Wirtschaftlichkeit der Tränkung wird dadurch, daß fast keine Tränkmittelverluste auftreten, erheblich gesteigert. Besonders vorteilhaft ist dieses Verfahren bei Tauchimprägniertechniken, bei denen während der Teilhärtung, die in eingetauchtem Zustand erfolgt, durch Einstellung von Aufheizgeschwindigkeit, Temperatur und Heizzeit ein erwünschter Füllgrad des Bauteils eingestellt werden kann.

Bevorzugt kann dieses Verfahren beim Tauchen bei Raumtemperatur und Spulenzheizung mit Stromwärme kurz vor, während oder nach dem Eintauchen angewandt werden. Es wird zunächst nur wenig erwärmt, um eine schnelle Befüllung der inneren Bauteilbereiche zu erhalten, dann wird im Tränkmittel die Temperatur erhöht. Dabei wird nur in der unmittelbaren Umgebung der beheizten Spulen eine Gelierung des Tränkmittels eingeleitet. Nach der Gelierung bzw. Anhärtung wird ausgetaucht und zweckmäßig nach einer Wartezeit, die von Form und Größe des Bauteils und der Viskosität des Tränkmittels abhängt, während der das ungelierete Tränkmittel ablaufen kann, welches bevorzugt nach Kühlung in den Tränkmittelvorrat rückgeführt wird, mit einer Kombination aus Wärme und energiereicher Strahlung, bevorzugt UV-Licht ausgehärtet. In welcher Reihenfolge dabei Wärme und energiereiche Strahlung eingesetzt werden, ist erfindungsgemäß offen und im Einzelfall zu optimieren, wobei Art und Form der Bauteile und/oder auch anlagentechnische Gegebenheiten eine Rolle spielen können. So ist bei vielen Bauteilen eine gute Beheizung der inneren Bereiche über Stromzufuhr auf eine elektrische Wicklung möglich, zur Härtung auch der äußeren Bereiche kann dann bevorzugt UV-Licht vor, gleichzeitig mit oder nach der Stromheizung aufgebracht werden. Bei Bauteilen, die Bereiche aufweisen, die sowohl durch Stromwärme als auch mit UV-Licht schlecht erreichbar sind ist es z. B. möglich, nach der Gelierung im Tränkmittel und nachfolgendem Abtropfen und gegebenenfalls einer weiteren Härtung mit einer Kombination aus Strom und Entklebung der Oberfläche mit UV-Licht, eine thermische Aushärtung im Ofen anzuwenden. Durch die Oberflächenentklebung, die teilweise schon bei einer Anvernetzung erreicht wird, ist ein problemloses und sicheres Umgehen mit den Bauteilen möglich. Bei kleineren Bauteilen ist es z. B. oft vorteilhaft, eine Anzahl zu sammeln und zu einem späteren Zeitpunkt z. B. in einer Wärmekammer auszuhärten.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß es auf vorhandenen oder nur geringfügig modifizierten Anlagen durchgeführt werden kann, da seine Durchführung im wesentlichen durch Änderung der Steuerungsparameter und der Verfahrensreihenfolge möglich ist.

Bevorzugte Tränkmittel, mit denen das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt werden kann, sind solche Tränkmittel, die monomerenfreie nach einem nicht radikalischen Prozeß vernetzende Stoffe enthalten, beispielsweise auf Basis von dicyclopentadienmodifizierten Harzen, wie sie beispielsweise in der noch nicht veröffentlichten deutschen Patentanmeldung P 195 42 564.2 offenbart sind.

Weiter können in den Tränkmitteln auch ionisch polymerisierbare Stoffe eingesetzt werden, wie insbesondere monomere und/oder oligomere Epoxyde in Verbindung mit thermisch und unter UV-Licht aktivierbaren Initiatoren. Auch solche Stoffe sind bekannter Stand der Technik. Die Auswahl der Stoffe zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt unter Aspekten der technischen Eignung, Verfügbarkeit und/oder Kosten der Tränkmittel.

Das erfindungsgemäße Verfahren vermeidet die Nachteile der Verfahren des bekannten Standes der Technik durch die spezifische Kombination seiner Maßnahmen, nämlich durch die Verwendung der speziellen monomerenfreien Tränkmittel, durch die Einstellung der Tränkmittelverteilung und des Füllgrades durch gesteuerte Heizung der Bauteile nach der Tränkung bis zur Gelierung und Tränkmittelfixierung, das Ablaufenlassen des ungelierten Tränkmittels mit Rückführung in den Tränkmittelvorrat und die Härtung mit einer Kombination aus Wärme und energiereicher Strahlung, bevorzugt UV-Licht.

In einer besonders bevorzugten Ausführung der Erfindung wird bei Tränktechniken, bei denen die Bauteile ganz oder teilweise in die Tränkmittel eingebracht werden, nach dem Einbringen und nachdem die Bauteile das Tränkmittel aufgenommen haben, eine elektrische Aufheizung der Spulen bis zur Teilgelierung durchgeführt. Über Schnelligkeit, Höhe und Dauer dieser Heizung kann, in Abhängigkeit von der Reaktivität der Tränkmittel der Füllgrad sehr genau und reproduzierbar reguliert werden. Nach dieser Teilhärtung im getauchten Zustand werden die Bauteile aus dem Tränkmittel entnommen und das nicht nicht angelierte Tränkmittel abfließen lassen. In den meisten Fällen kann das abfließende Tränkmittel, gegebenenfalls nach Kühlung, in das Tränkbad zurückgeführt werden. Auch auf den Außenseiten der Bauteile (Blechkapseln), auf denen in der Regel kein oder nur wenig Tränkmittel erwünscht ist, kann dabei das anhaftende Tränkmittel abfließen, wobei dieser Vorgang durch den allmählich nach außen dringende Wärmeabfluß der beheizten Bereiche unterstützt wird. Ein Vorteil der erfindungsgemäß eingesetzten monomerenfreien Harze ist dabei deren Härtungscharakteristik, bei der bis unmittelbar vor der Gelierung keine Harzschädigung auftritt, so daß abtropfendes Harz in den Vorrat zurückgeführt werden kann. Durch Einwirken von energiereicher, bevorzugt UV-Strahlung vor und während der thermischen Härtung werden die Oberflächen der Bauteile versiegelt, die Gesamtverluste an Tränkmittel sind deshalb in einem bisher nicht erreichten Maße gering.

Die folgenden Beispiele sollen die Erfindung veranschaulichen.

### Beispiele

Die Versuche wurden mit dem kommerziell verfügbaren monomerenfreien Tränkmittel Dobeckan MV 8001 UV® durchgeführt, das sowohl thermisch als auch mit UV-Licht härtbar ist.

Bauteile waren Statoren von Großserienelektromotoren der Baugröße IEC 96, deren Wickelköpfe in einem Spritzgußteil aus Polyamidthermoplast fixiert sind.

Beurteilt werden

- Harzaufnahme, durch Wiegen des Bauteils vor der Tränkung und nach der Härtung,
- Abtropfverluste die wegen Angelierung nicht mehr rückführbar sind, durch Wiegen des bei der Härtung abtropfenden angelierten Tränkmittels,
- Abdampfverluste bei der Härtung, durch Wiegen des Bauteils vor und nach der Härtung, abzüglich der Abtropfverluste.

## Beispiel 1 (B1)

- 10 Bauteil und Tränkmittel haben Raumtemperatur von 26°C. Das Bauteil wird mit 100 mm/Minute eingetaucht, die Wicklung wird im Tauchbecken in 30 Sekunden auf 160°C geheizt und 1 Minute gehalten, dann wird mit der gleichen Geschwindigkeit wieder aus getaucht und über dem Becken 10 Minuten abtropfen lassen. Das rückfließende Material ist erkennbar ungeliert, nach 10 Minuten tropft fast nichts mehr ab und in beiden Wickelköpfen ist augenscheinlich erkennbar eine gute Füllung vorhanden. Nun wird das Tauchbecken abgedeckt und die Wicklung über Stromwärme auf 180°C erwärmt und 10 Minuten gehalten, dabei werden 1 Minute vor Einschalten des Stromes mehrere um den Stator angeordnete Quecksilbermitteldruckbrennern mit einem Energiemaximum bei ca. 365 nm Wellenlänge und einer Bestrahlungsenergie von ca. 8 mJ/cm<sup>2</sup> zugeschaltet.

- 15 Bei dieser Härtung treten nur noch einige Tropfen Tränkmittel aus dem Bauteil aus. Das Blechpaket erwärmt sich auf ca. 95°C und die Kunststoffteile der Wickelköpfe auf ca. 75°C. Blechpaket und Wickelköpfe sind nach dem Abkühlen 20 klebfrei, auch in abgeschatteten Bereichen des Bauteils ist manuell keine Klebrigkeit mehr bemerkbar.

## Beispiel 2 (B2)

- 25 Es wird wie bei Beispiel 1 verfahren, aber im eingetauchten Zustand nur 30 Sekunden gehalten. Auch hier ist in beiden Wickelköpfen augenscheinlich erkennbar eine gute, aber geringere Füllung als bei B1 vorhanden, die weiteren Beobachtungen decken sich mit B1.

## Beispiel 3 (B3)

- 30 Es wird wie bei Beispiel 1 verfahren, aber im eingetauchten Zustand 2 Minuten gehalten. Hier ist in beiden Wickelköpfen augenscheinlich erkennbar eine sehr gute, und deutlich höhere Füllung als bei B1 vorhanden, die weiteren Beobachtungen decken sich mit B1.

35 Nummer	Abtropfverlust [g]	Abdampfverlust [g]	Harzaufnahme [g]
B1	0,4	1,4	126
40 B2	0,5	0,7	78
B3	1,2	3,4	172

- 45 Die Statoren wurden zersägt um die Füllung beurteilen zu können. Das Bauteil laut B3 zeigt dabei eine perfekte Füllung von Nut und Wicklung, d. h. ca. 170 g sind die maximal mögliche Harzaufnahme. Harzaufnahmen von ca. 100% Füllgrad sind mit keinem anderen Verfahren nach dem Stand der Technik erreichbar. Die Abtropf- und Abdampfverluste sind dabei in einem ebenfalls bisher nicht erreichbaren Maße gering. Weiter ist es möglich, die Harzaufnahme z. B. aus Kostengründen, auf jeden gewünschten Füllgrad einzustellen.

## Patentansprüche

- 50 1. Verfahren zur Tränkung von Bauteilen mit monomerenfreien nicht radikalisch polymerisierenden Tränkmitteln, die bei Raumtemperatur flüssig sind oder durch Erwärmen verflüssigt werden können und durch eine kombinierte Anwendung von Wärme und energiereicher Strahlung härter sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bauteile bei 55 Umgebungstemperatur oder in erwärmtem Zustand getränkt oder beim Tränken erwärmt werden und vor, gleichzeitig mit oder nach einer thermischen Härtung mit energiereicher Strahlung behandelt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmezufuhr während des Tränkens oder unmittelbar danach solchermaßen bemessen wird, daß eine Teilgelierung oder Teilhärtung des Tränkmittels erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Tränkung durch Tauchen, Fluten, Vakuumtränken, Vakuumdrucktränken oder Träufeln erfolgt.
- 60 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Bauteile Wicklungen aus elektrisch leitenden Materialien enthalten, die im Tränkmittel durch Anlegen von Strom soweit erhitzt werden, daß eine gewünschte Tränkmittelmenge geliert und fixiert wird, sowie daß nach dieser Gelierung die Bauteile aus dem Tränkmittel entnommen werden, ungeliertes Tränkmittel ablaufen lassen wird, welches gegebenenfalls gekühlt und 65 zurückgeführt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß UV-, Infrarot- und/oder Elektronenstrahlung als energiereiche Strahlung verwendet werden.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß Infrarotstrahlung auch vor, gleichzeitig mit oder nach

dem Härten durch eine andere Art der Energiezufuhr angewandt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Erwärmen der Tränkmittel durch Anlegen von elektrischem Strom an die Wicklungen aus elektrisch leitfähigem Material erfolgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die polymerisierbaren Tränkmittel monomere oder vorpolymerisierte Stoffe oder Mischungen aus monomeren und vorpolymerisierten Stoffe enthalten, die ionisch, radikal-ionisch, durch Wasserstoffübertragung, durch Polyaddition, Polykondensation, Cyclokondensation und/oder Diels-Alders-Kondensation polymerisierbar sind.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische leitfähige Wicklungen vor Aufbringen des Tränkmittels durch Träufeln und Fluten oder durch Vakuumtränken, Vakuumdrucktränken und Tauchen, zunächst in das Tränkmittel eingetaucht und durch Stromzufuhr auf eine Temperatur erwärmt werden, bei der an den Wicklungen eine Viskositätsabsenkung des Tränkmittels eintritt und somit eine schnelle Tränkung erfolgt und daß danach durch weitere Stromzufuhr eine Gelierung oder Teilhärtung der Harzmasse in der Umgebung der beheizten Spule herbeigeführt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß durch Steuerung der Zeit und Temperatur der Erwärmung an der elektrisch leitfähigen Wicklung während der Gelierung bzw. Teilhärtung des Tränkmittels die Viskosität des Tränkmittels in der Umgebung der beheizten Spule solchermaßen eingestellt wird, daß Füllgrade zwischen 5% und 100% erzielt werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die polymerisierbaren Tränkmittel Epoxydharze sowie Katalysatoren oder Katalysatormischungen enthaltend die eine Polymerisation sowohl durch Wärme und/oder durch Strahlung auslösen.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die polymerisierbaren Tränkmittel Dicyclopentadien-Bausteine sowie Katalysatoren oder Katalysatormischungen enthalten, die eine Polymerisation sowohl durch Wärme als auch durch Strahlung auslösen.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Tränkmittel mindestens eine Komponente aus der Gruppe Acylphosphinoxyde, C-C-labile Stoffe, Peroxyde, Azoverbindungen, Hydrochinone, Chinone, Alkylphenole und/oder Alkylphenolether enthalten.

- Leerseite -